

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU (11) **2 628 036** (13) C1ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(51) МПК

[G01N 33/20 \(2006.01\)](#)[G01N 1/28 \(2006.01\)](#)

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

Статус: может прекратить свое действие (последнее изменение статуса: 07.11.2018)

(21)(22) Заявка: [2016126248](#), 29.06.2016(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
29.06.2016

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 29.06.2016

(45) Опубликовано: [14.08.2017](#) Бюл. № 23

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: КОНАШКОВ В.В. и др. Комплекс для исследования физических свойств высокотемпературных металлических расплавов. Приборы и техника эксперимента, 2012, N 1, с. 162-163. RU 2507515 C1, 20.02.2014. RU 2400728 C1, 27.09.2010. CN 104697827 A, 10.06.2015. CN 105256260 A, 20.01.2016.

Адрес для переписки:

620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19,  
УрФУ, Центр интеллектуальной  
собственности

(72) Автор(ы):

Цепелев Владимир Степанович (RU),  
Орлов Павел Петрович (RU),  
Поводатор Аркадий Моисеевич (RU),  
Конашков Виктор Васильевич (RU),  
Вьюхин Владимир Викторович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
профессионального образования  
"Уральский федеральный университет  
имени первого Президента России Б.Н.  
Ельцина" (RU)

(54) Способ изучения бинарного бариево-литиевого сплава и устройство для его осуществления

(57) Реферат:

Группа изобретений относится к технической физике применительно к изучению образцов двухкомпонентных металлических сплавов, а именно исследованиям термозависимостей физических свойств расплавов образцов химически активных сплавов. При осуществлении способа используют образцы шихты изучаемого сплава, их помещают в первый, второй и третий тигли или подложку, которые размещают внутри соответствующих первой, второй и третьей электропечей измерительного блока, в инертной атмосфере герметичного бокса в расплав жидкого лития многократно добавляют по одному фрагменту второго компонента в виде шихты бария, после каждой добавки в тигель вводят лопасти перемешивающего устройства, перемешивают расплав жидкого лития до растворения фрагментов шихты бария  $Ba_m$ , повторяют эту операцию вплоть до растворения последнего фрагмента шихты бария, после 20-30 минут работы электропечи при температуре до 400°C завершают плавку, расплав  $Ba_mLi_n$  выливают в изложницу, кристаллизуют его, извлекают слиток из изложницы, разделяют его на образцы, которые помещают в изолирующий сосуд с парафином, сосуд перемещают из бокса в измерительный блок, образцы извлекают в

тигли измерительного блока и исследуют. Также описан исследовательский комплекс для изучения бинарного сплава бария и лития. Достигается возможность обеспечения определения физических свойств расплава химически активного сплава  $Ba_mLi_n$ , а также ускорение, упрощение и удешевление экспериментов, сохранность и однородность образцов расплава без изменения его физико-химических свойств на протяжении исследований вплоть до их завершения, уменьшение угара. 2 н. и 6 з.п. ф-лы, 3 ил.

Предлагаемое изобретение относится к технической физике, в частности к способам и устройствам изучения образцов двухкомпонентных металлических сплавов, а именно исследованиям термозависимостей физических свойств расплавов - вязкости, электропроводности, плотности, поверхностного натяжения образцов химически активных сплавов преимущественно фотометрическими методами. Изобретение может быть использовано в лабораторных исследованиях, при выполнении лабораторных работ в вузах. Дополнительной сферой применения является разработка технологических схем получения таких сплавов в металлургии и формирования у них заданных свойств.

Изучение термозависимостей свойств образцов сплавов позволяет определить их структурно-чувствительные характеристики, проводить прогностический анализ и давать рекомендации для получения сплавов с заданными характеристиками, при этом выделять гистерезисные характеристики цикла нагрева/охлаждения, температуры гистерезиса  $t^0_{\Gamma}$ , аномальные  $t^0_{ан}$  и критические  $t_{кр}$  температурные точки. Для исследований многокомпонентных, в том числе бинарных, металлических расплавов, в основном используют бесконтактные фотометрические способы, в частности при определении вязкости, поверхностного натяжения, плотности образца расплава. При этом измеряют траектории отраженного от зеркала светового луча - «зайчика» путем изучения параметров крутильных колебаний упругой нити с подвешенным на ней в электропечи тиглем с этим образцом, а также фотометрии эллиптического контура лежащей на подложке капли расплава - см. Конашков В.В. и др. «Комплекс для исследования физических свойств высокотемпературных металлических расплавов», журн. «Приборы и техника эксперимента», 2012, №1, с. 162-163.

Вид и характеристики термозависимостей отражают различные физико-химические и структурные параметры данного сплава, в том числе аномалии, структурные изменения или перестройки, происходящие в расплаве. Как правило, образующийся в процессе плавки расплав является неравновесным и неоднородным. Характер структурных изменений при нагреве жидкого металла не монотонен. Монотонная зависимость сохраняется лишь до определенных аномальных температур  $t^0_{ан}$ , при этом интервал температур от температуры ликвидуса  $t_L$  до аномальных  $t^0_{ан}$  отражает термическую устойчивость первичной неравновесной структуры расплава, образующейся после плавления шихты.

Особые проблемы возникают при изучении физических свойств химически активных сплавов. Это относится, в частности, к бариевым сплавам с содержанием бария более 20%, активно взаимодействующим с материалами тиглей и очень быстро корродирующими на воздухе. Их получают, например, путем электролиза расплавленных солей бария при температуре электролиза 700°C; при содержании бария меньше 8% были получены бариевые сплавы сплавлением в стеклянных трубках под слоем масла с высокой температурой кипения - см. - Вол А.Е. «Строение и свойства двойных металлических систем», Физматгиз, М., 1959, т. 1, с. 566-568 - аналог. Такие уникальные способы получения вышеуказанных сплавов существенно усложняют возможность оценки их физических свойств и термозависимостей этих свойств.

Известна диаграмма состояния с ограниченными, вследствие трудностей изучения из-за вышеуказанной активности, параметрами, полученная при лабораторном исследовании бинарного сплава бария и лития, - см. «Диаграммы состояния двойных металлических систем», Справочник в 3-х т., под ред. Н.П. Лекишева, М., Машиностроение, 1996, с. 531-532 - аналог. Исследовательский и практический интерес вызывает область с процентным соотношением компонентов бинарного сплава лития и бария  $Ba_mLi_n$   $m=(60-80)\%$  весовых, преимущественно  $m=70\%$ ,  $n=(40-20)\%$  весовых, преимущественно  $n=30\%$  - см. вышеуказанное «Диаграммы...». Преимущественные величины  $m=70\%$ ,  $n=30\%$  обусловлены минимальной температурой плавления эвтектического сплава:  $t_{пл}=+143^\circ\text{C}$ . Параметры физических свойств бинарного сплава лития и бария  $Ba_mLi_n$  с вышеуказанным соотношением

компонентов представляют практический интерес, однако они не изучены именно вследствие высокой химической активности сплавов лития и бария  $Ba_mLi_n$ .

Известен способ изучения бинарного бариево-литиевого сплава, при котором исследуют его свойства в инертной аргоновой атмосфере, при этом используют образцы шихты изучаемого сплава, их помещают в первый, второй и третий тигли или подложку, которые размещают внутри соответствующих первой, второй и третьей электропечей измерительного блока исследовательского комплекса - см. вышеуказанное Конашков В.В. и др. «Комплекс...» - прототип.

Прототипом предлагаемого устройства является устройство для изучения бинарного сплава бария и лития, представляющее собой исследовательский комплекс, содержащий измерительный блок с первой, второй и третьей электропечами с инертной аргоновой атмосферой, в которых помещены соответствующие первый, второй и третий тигли или подложка с изучаемыми образцами сплава в виде шихты - см. вышеуказанное Конашков В.В. и др. «Комплекс...» - прототип.

С учетом вышеизложенного, недостатками способа и устройства, указанных в аналогах и прототипе, являются, во-первых, сложность как собственно выплавки и получения однородных образцов, так и изучения физических свойств химически активного бинарного бариево-литиевого сплава. Во-вторых, сложность сохранения образцов этого сплава и неизменности его характеристик. В-третьих, взаимодействие сплава с тиглем. В-четвертых, сложность изучения физических свойств образцов вплоть до завершения экспериментов, с процентным соотношением компонентов бинарного сплава лития и бария  $Ba_mLi_n$   $m=(60-80)\%$  весовых, преимущественно  $m=70\%$ ,  $n=(40-20)\%$  весовых, преимущественно  $n=30\%$ , характерных для области эвтектического сплава, имеющей минимальную температуру плавления. В-пятых, наличие потерь компонентов сплава от окисления и угара вследствие химического взаимодействия расплава  $Ba_mLi_n$  с тиглем и/или воздухом.

Задачей изобретения является обеспечение возможности определения физических свойств, в частности кинематической вязкости, поверхностного натяжения и плотности образцов расплава бинарного сплава лития и бария  $Ba_mLi_n$  при соотношении компонентов, характерных для эвтектического расплава, а также обеспечение сохранности образцов и однородности сплава, без изменения физико-химических свойств расплава  $Ba_mLi_n$  вплоть до завершения экспериментов, а кроме того, уменьшение времени выплавки сплава и потерь от его окисления и угара.

Предложенное изобретение обеспечивает технический результат, а именно возможность определения физических свойств образцов химически активного бинарного сплава лития и бария  $Ba_mLi_n$ , ускорение, упрощение и удешевление экспериментов, сохранность и однородность образцов расплава без изменения его физико-химических свойств на протяжении исследований вплоть до их завершения при соотношении компонентов сплава лития и бария  $Ba_mLi_n$ , характерных для эвтектического сплава, при  $m=(60-80)\%$  весовых и  $n=(40-20)\%$  весовых, а также уменьшение времени выплавки сплава и потерь от окисления и угара, обеспечивает устранение возможности неконтролируемого взаимодействия материала тигля с образцом расплава в ходе эксперимента, расширение функциональных возможностей исследовательского комплекса и в конечном итоге обеспечивает увеличение достоверности и точности полученных результатов. Поставленная задача решается с помощью способа изучения бинарного бариево-литиевого сплава и устройства для его осуществления.

1. Способ изучения бинарного бариево-литиевого сплава, при котором исследуют его свойства в инертной атмосфере, при этом используют образцы шихты изучаемого сплава, их помещают в первый, второй и третий тигли или подложку, которые размещают внутри соответствующих первой, второй и третьей электропечей измерительного блока, отличающийся тем, что используют герметичный перчаточный бокс, который обладает возможностью осуществления ручных манипуляций внутри него, в этот бокс помещают четвертую электропечь с четвертым тиглем, в котором сначала размещают первый компонент шихты сплава  $Ba_mLi_n$  в виде шихты лития  $Li_n$ , заполняют бокс аргоновой атмосферой, включают эту электропечь, плавят данный компонент, затем в расплав жидкого лития  $Li_n$  добавляют по меньшей мере по одному предварительно измельченному до массы не более 10 г фрагменту второго компонента в виде шихты бария  $Ba_m$ , после каждой добавки в четвертый тигель вводят лопасти перемешивающего устройства, включают его, перемешивают расплав жидкого лития  $Li_n$  до растворения данных фрагментов шихты бария  $Ba_m$ , преимущественно в течение 1-2 минут при скорости перемешивания до 1000 об/мин, повторяют эту

операцию вплоть до растворения в расплаве жидкого лития  $Li_n$  последнего измельченного фрагмента шихты бария  $Ba_m$ , после 20-30 минут работы четвертой электропечи при температуре внутри нее не более  $400^\circ C$  завершают плавку, расплав  $Ba_mLi_n$  из четвертого тигля выливают в изложницу, осуществляют кристаллизацию расплава  $Ba_mLi_n$  синхронно с остыванием четвертой электропечи до комнатной температуры, извлекают слиток сплава  $Ba_mLi_n$  из изложницы, разделяют его на образцы в виде кусочков, которые помещают в изолирующий сосуд с парафином, этот сосуд перемещают из вышеупомянутого бокса в измерительный блок, образцы извлекают из данного сосуда и помещают в тигли измерительного блока, после чего образцы нагревают, расплавляют и изучают физические свойства вышеуказанного сплава, преимущественно его вязкость, поверхностное натяжение, плотность.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что значения  $m$  выбирают в диапазоне (60-80) вес.%, а значения  $n$  выбирают в диапазоне (40-20) вес. %.

3. Исследовательский комплекс для изучения бинарного сплава бария и лития, содержащий измерительный блок с первой, второй и третьей электропечами с инертной атмосферой, в которых помещены соответствующие первый, второй и третий тигли или подложка с изучаемыми образцами сплава в виде шихты, отличающийся тем, что в него введены лопастное перемешивающее устройство, четвертый тигель, четвертая

электропечь, изложница, изолирующий сосуд, герметичный перчаточный бокс со смотровым окном, выполненный с возможностью ручных манипуляций внутри него, в этом боксе размещены четвертый тигель, четвертая электропечь, изложница, изолирующий сосуд и лопастное перемешивающее устройство, четвертый тигель размещен в четвертой электропечи, а лопасти перемешивающего устройства установлены с возможностью их помещения в расплав шихты, находящейся в четвертом тигле, при скорости их вращения до 1000 об/мин.

4. Устройство по п. 3, отличающееся тем, что четвертый тигель выполнен с возможностью его многократного использования.

5. Устройство по п. 3, отличающееся тем, что четвертый тигель выполнен из нержавеющей стали в виде конусообразного стакана с толщиной стенки до 0,5 мм и объемом до 400 мл.

6. Устройство по п. 3, отличающееся тем, что перемешивающее устройство выполнено преимущественно в виде верхнеприводной лопастной мешалки, лопасти которой выполнены из нержавеющей стали.

7. Устройство по п. 3, отличающееся тем, что изложница выполнена разъемной из нержавеющей стали, а масса изложницы по меньшей мере на порядок превышает массу четвертого тигля с расплавом.

8. Устройство по п. 3, отличающееся тем, что герметичный перчаточный бокс выполнен из нержавеющей стали.

Предлагаемое изобретение поясняется чертежами:

фиг. 1 - блок-схема исследовательского комплекса;

фиг. 2 - внешний вид герметичного перчаточного бокса;

фиг. 3 - термозависимость кинематической вязкости образца сплава  $Ba_{70}Li_{30}$ .

Исследовательский комплекс, блок-схема которого приведена на фиг. 1, содержит измерительный блок 1, герметичный перчаточный бокс 2 со смотровым окном 3, лопастное перемешивающее устройство 4 с лопастями 5, электропечь 6, тигель 7 с расплавом шихты 8, изложницу 9, изолирующий сосуд 10 с парафином 11, перчатки 12.

Измерительный блок 1 представляет собой комплекс установок (на схеме не показано) для исследования в вакууме или инертной атмосфере бесконтактным фотометрическим способом термозависимостей кинематической вязкости, поверхностного натяжения, плотности, электросопротивления образцов сплавов.

Шихту образцов массой до 25 граммов каждый и объемом  $(2-25) \text{ см}^3$  помещают в первый, второй и третий тигли или на подложку из  $BeO$ , которые соответственно размещают внутри цилиндрических вольфрамовых электронагревателей в первой, второй и третьей электропечах мощностью до 30 кВт·А каждая с симисторным управлением (на схеме не показано) - см. прототип. Герметичный перчаточный бокс 2 массой 43 кг выполнен из нержавеющей стали со смотровым стеклянным окном 3 - см. фиг. 2, и обладает возможностью ручных манипуляций внутри него, например, с помощью перчаток 12. Контроль величины давления в боксе 2 осуществляют посредством манометра-вакуумметра 13. Лопастное перемешивающее устройство 4 с лопастями 5, выполненными из нержавеющей стали, представляет собой верхнеприводную регулируемую лабораторную электрическую вертикальную

мешалку, например, HS-50A. Нагрев электропечи 6, выполненной в виде печи сопротивления мощностью до 10 кВт·А, регулируют в диапазоне до +500°C посредством симисторного регулятора температуры на основе датчика-термопары (на схеме не показаны), закрепленного в корпусе этой электропечи 6. Тигель 7 выполнен из нержавеющей стали в виде конусообразного стакана с толщиной стенки до 0,5 мм и объемом до 400 мл. Он обладает возможностью многоразового использования. Изложница 9 массой до 4 кг и внутренним объемом до 500 мл выполнена разъемной из нержавеющей стали, причем ее масса по меньшей мере на порядок превышает массу тигля 7, заполненного до верхнего края расплавом шихты 8. Изолирующий сосуд 10 выполнен из нержавеющей стали в виде конусообразного стакана с толщиной стенки до 0,5 мм и объемом не меньше 500 мл. Парафин 11 имеет объем 50-100 мл и может быть как в жидкой фазе, при  $t_{пл}=+(45-90)^{\circ}\text{C}$ , так и в твердой, при  $t=+(20-45)^{\circ}\text{C}$ , в зависимости от условий эксперимента. При этом в первом случае расплав шихты 8 охлаждают в изложнице 9 перед его помещением в изолирующий сосуд 10 до температуры жидкого парафина 11, а во втором случае расплав шихты 8 охлаждают в изложнице 9 до температуры, превышающей  $t_{пл}$  парафина 11.

Шихта 8 для получения бинарного сплава  $\text{Ba}_m\text{Li}_n$  представляет собой куски чистых металлов Li и Ba с содержанием основного компонента не меньше 98-99 вес.%, как в шихте лития, так и аналогично в шихте бария. Например, технически чистый барий в слитках БМ имеет 99,6 мас.%, чистота бария в друзах в виде штабиков БР-1, БР-2 равна 99,9 мас.%

Предлагаемый способ осуществляют нижеследующим образом.

В герметичный перчаточный бокс 2 помещают компоненты шихты 8, изложницу 9, изолирующий сосуд 10 с парафином 11, а также электропечь 6. В тигле 7 размещают первый компонент шихты 8 сплава  $\text{Ba}_m\text{Li}_n$  в виде шихты лития  $\text{Li}_n$ , после чего помещают тигель 7 в электропечь 6. Герметичный перчаточный бокс 2 закрывают, вакуумируют его до  $2 \cdot 10^{-1}$  мм рт.ст., затем заполняют аргоновой атмосферой, при этом контролируют давление в боксе 2 посредством манометра-вакуумметра 13 - см. фиг. 3. Включают электропечь 6, при этом нагрев печи 6 составил не более 400°C. Контроль температуры проводят внутри бокса 2 с помощью оптического пирометра фирмы Raytek (Raynger<sup>S</sup> ST<sup>TM</sup> 25 Pro) (на схеме не показан). Плавят первый компонент -  $\text{Li}_n$ , затем в его расплав добавляют по меньшей мере по одному, предварительно до начала эксперимента измельченному до массы не более 10 г фрагменту второго компонента в виде шихты бария  $\text{Ba}_m$ . После каждой добавки  $\text{Ba}_m$  в шихту 8 вводят лопасти 5 перемешивающего устройства 4 путем его опускания, включают устройство 4, перемешивают расплав шихты 8 до растворения фрагментов бария  $\text{Ba}_m$ , преимущественно в течение 1-2 минут, при скорости перемешивания до 1000 об/мин. Повторяют эту операцию вплоть до растворения в расплаве шихты 8 последнего фрагмента шихты бария  $\text{Ba}_m$ , после 20-30 минут работы электропечи 6 при температуре в ней до 400°C завершают плавку шихты 8. Полученный расплав  $\text{Ba}_m\text{Li}_n$  из тигля 7 выливают в изложницу 9.

Проведено 4 эксперимента по выплавке слитков сплава  $\text{Ba}_m\text{Li}_n$  с массой  $M_i$  каждого из них  $M_i=(100, 317, 397, 400)\pm 0,1$  граммов. Общее время плавки от включения электропечи 6 до выпуска шихты 8 в изложницу 9 составляет от 40 до 60 мин в каждом из четырех экспериментов. Затем осуществляют медленную кристаллизацию расплава  $\text{Ba}_m\text{Li}_n$  синхронно с остыванием выключенной электропечи 6 до комнатной температуры. Извлекают слиток шихты 8 сплава  $\text{Ba}_m\text{Li}_n$  из изложницы 9, разделяют его, например, посредством кусачек (на схеме не показано) на отдельные фрагменты - образцы массой до 25 граммов, в виде кусочков слитка. Эти образцы шихты 8 сплава  $\text{Ba}_m\text{Li}_n$  помещают в изолирующий сосуд 10 под слой парафина 11. Парафин 11 обеспечивает защиту и хранение шихты 8 сплава  $\text{Ba}_m\text{Li}_n$  от окисления в воздухе. Образцы либо погружают в жидкий парафин 11, как отмечено выше, при этом расплав шихты 8 сплава  $\text{Ba}_m\text{Li}_n$  охлаждают в изложнице 9 до температуры жидкого парафина 11, либо расплав шихты 8 сплава  $\text{Ba}_m\text{Li}_n$  охлаждают в изложнице 9 до температуры, превышающей  $t_{пл}$  парафина 11.

Затем изолирующий сосуд 10 вынимают из бокса 2. Образцы шихты 8 сплава  $\text{Ba}_m\text{Li}_n$  извлекают из парафина 11 в изолирующем сосуде 10, взвешивают, после чего каждый из образцов переносят в измерительный блок 1, при этом их помещают в первый, второй и третий тигли или на подложку, размещенные внутри соответствующих первой, второй и третьей электропечей измерительного блока 1 (на

схеме не показано). Данные операции суммарно занимают до 20 минут. Затем каждую из используемых установок измерительного блока 1 вакуумируют до разрежения  $10^{-4}$  мм рт.ст., потом заполняют инертным газом и, как указано выше, фотометрическим способом исследуют термозависимости физических свойств в виде кинематической вязкости, поверхностного натяжения, плотности расплава образцов шихты 8 сплава  $Ba_mLi_n$  в инертной атмосфере, при этом осуществляют последующие операции способа. Фиг. 3 иллюстрирует полученную на одной из установок измерительного блока 1 термозависимость кинематической вязкости расплава образца сплава  $Ba_{70}Li_{30}$  массой  $M=317$  граммов.

В четырех отмеченных выше образцах выплавленной шихты 8 сплава  $Ba_mLi_n$  в температурной области, близкой к минимальной температуре плавления  $t_{пл}=+143^{\circ}C$  эвтектического сплава  $Ba_mLi_n=Ba_{70}Li_{30}$ , у бария  $Ba_m$  значения  $m$  находятся внутри диапазона (60-80) вес.%, у лития  $Li_n$  значения  $n$  находятся внутри диапазона (40-20) вес.%. Примеси стронция  $Sr$  составили до 1,8% вес.%, значения примеси алюминия  $Al$  составили до 2,99 вес.%, остальные примеси имели пренебрежимо малые значения:

$Ba_m(\%)=71,1/65,2/62,9/56,9;$

$Li_n(\%)=24,5/33,0/34,7/38,1;$

$Sr(\%)=0,95/0,5/1,7/1,8;$

$Al(\%)=2,99/-/-/2,1.$

Данные результаты получены при эмиссионно-спектральном анализе посредством прибора «iCAP6300Duo». Сумма определяемых компонентов нормирована до 100%.

Уменьшение массы образцов выплавленной шихты 8 сплава  $Ba_mLi_n$  в ходе двух экспериментов по изучению кинематической вязкости составило 0,1 грамма, что свидетельствует о небольшом значении угара изучаемого сплава и инертности материала тигля по отношению к изучаемому расплаву  $Ba_mLi_n=Ba_{70}Li_{30}$ .

Предложенное техническое решение, содержащее вышеуказанную совокупность отличительных признаков, а также совокупность ограничительных и отличительных признаков, не выявлено в известном уровне техники, что при достижении вышеописанного технического результата позволяет считать предложенное техническое решение имеющим изобретательский уровень.

#### Формула изобретения

1. Способ изучения бинарного бариево-литиевого сплава, при котором исследуют его свойства в инертной атмосфере, при этом используют образцы шихты изучаемого сплава, их помещают в первый, второй и третий тигли или подложку, которые размещают внутри соответствующих первой, второй и третьей электропечей измерительного блока, отличающийся тем, что используют герметичный перчаточный бокс, который обладает возможностью осуществления ручных манипуляций внутри него, в этот бокс помещают четвертую электропечь с четвертым тиглем, в котором сначала размещают первый компонент шихты сплава  $Ba_mLi_n$  в виде шихты лития  $Li_n$ , заполняют бокс аргоновой атмосферой, включают эту электропечь, плавят данный компонент, затем в расплав жидкого лития  $Li_n$  добавляют по меньшей мере по одному предварительно измельченному до массы не более 10 г фрагменту второго компонента в виде шихты бария  $Ba_m$ , после каждой добавки в четвертый тигель вводят лопасти перемешивающего устройства, включают его, перемешивают расплав жидкого лития  $Li_n$  до растворения данных фрагментов шихты бария  $Ba_m$ , преимущественно в течение 1-2 минут при скорости перемешивания до 1000 об/мин, повторяют эту операцию вплоть до растворения в расплаве жидкого лития  $Li_n$  последнего измельченного фрагмента шихты бария  $Ba_m$ , после 20-30 минут работы четвертой электропечи при температуре внутри нее не более  $400^{\circ}C$  завершают плавку, расплав  $Ba_mLi_n$  из четвертого тигля выливают в изложницу, осуществляют кристаллизацию расплава  $Ba_mLi_n$  синхронно с остыванием четвертой электропечи до комнатной температуры, извлекают слиток сплава  $Ba_mLi_n$  из изложницы, разделяют его на образцы в виде кусочков, которые помещают в изолирующий сосуд с парафином, этот сосуд перемещают из вышеупомянутого бокса в измерительный блок, образцы извлекают из данного сосуда и помещают в тигли измерительного блока, после чего образцы нагревают, расплавляют и изучают физические свойства вышеуказанного сплава, преимущественно его вязкость, поверхностное натяжение, плотность.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что значения  $m$  выбирают в диапазоне (60-80) вес.%, а значения  $n$  выбирают в диапазоне (40-20) вес.%.

3. Исследовательский комплекс для изучения бинарного сплава бария и лития, содержащий измерительный блок с первой, второй и третьей электропечами с инертной атмосферой, в которых помещены соответствующие первый, второй и третий тигли или подложка с изучаемыми образцами сплава в виде шихты, отличающийся тем, что в него введены лопастное перемешивающее устройство, четвертый тигель, четвертая электропечь, изложница, изолирующий сосуд, герметичный перчаточный бокс со смотровым окном, выполненный с возможностью ручных манипуляций внутри него, в этом боксе размещены четвертый тигель, четвертая электропечь, изложница, изолирующий сосуд и лопастное перемешивающее устройство, четвертый тигель размещен в четвертой электропечи, а лопасти перемешивающего устройства установлены с возможностью их помещения в расплав шихты, находящейся в четвертом тигле, при скорости их вращения до 1000 об/мин.

4. Устройство по п. 3, отличающееся тем, что четвертый тигель выполнен с возможностью его многократного использования.

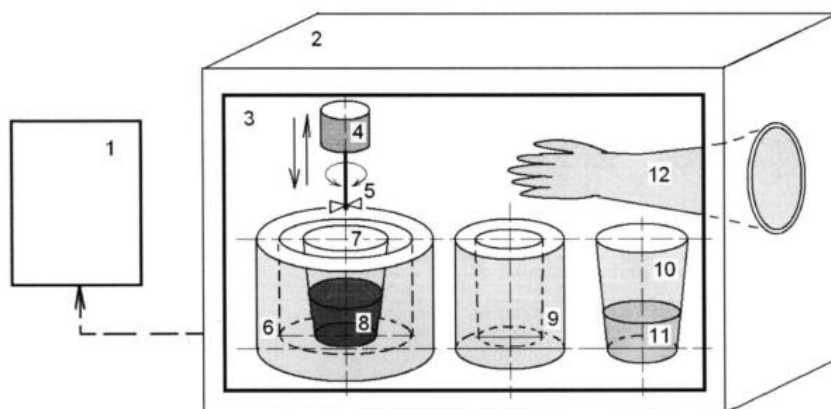
5. Устройство по п. 3, отличающееся тем, что четвертый тигель выполнен из нержавеющей стали в виде конусообразного стакана с толщиной стенки до 0,5 мм и объемом до 400 мл.

6. Устройство по п. 3, отличающееся тем, что перемешивающее устройство выполнено преимущественно в виде верхнеприводной лопастной мешалки, лопасти которой выполнены из нержавеющей стали.

7. Устройство по п. 3, отличающееся тем, что изложница выполнена разъемной из нержавеющей стали, а масса изложницы по меньшей мере на порядок превышает массу четвертого тигля с расплавом.

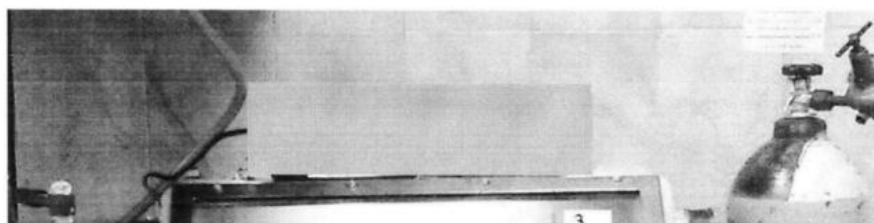
8. Устройство по п. 3, отличающееся тем, что герметичный перчаточный бокс выполнен из нержавеющей стали.

Способ изучения бинарного  
бариево-литиевого сплава  
и устройство для его  
осуществления

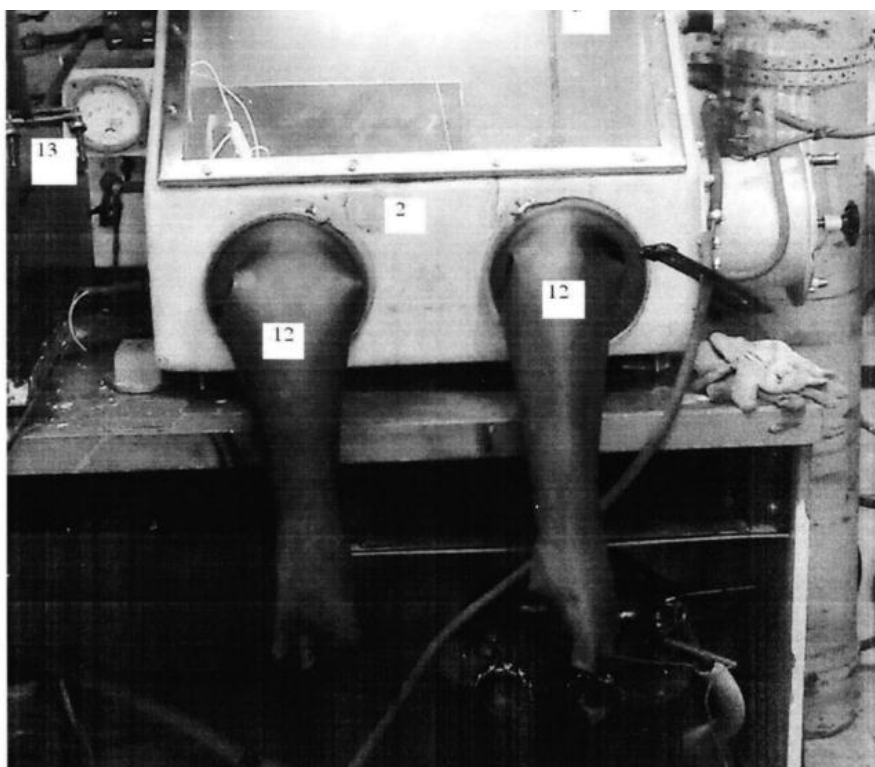


Фиг. 1

Способ изучения бинарного  
бариево-литиевого сплава  
и устройство для его осуществления

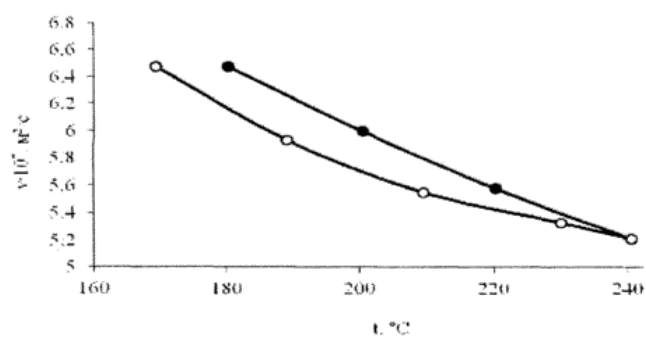






Фиг. 2

Способ изучения бинарного  
бариево-литиевого сплава  
и устройство для его осуществления



Температурная зависимость кинематической вязкости образца плавки  
● – нагрев, ○ – охлаждение.

Фиг. 3